

なぜ、基礎レベルの科学教育協力の成果が 持続発展してこなかったのか？ —タイ国アユタヤ地域総合大学 ARU の5年間の 取り組みから見えてきたこと—

大 隅 紀 和

(京都教育大学名誉教授, OES 研究所代表)

I. はじめに

日本の基礎レベルの科学教育協力の取り組みの開始は、たとえば国際協力事業団と文部省（いずれも当時）が開始した「理科等教育協力事業」だとすれば、戦後20年が経過した1966年（昭和41年）にまでさかのぼる（水越、大隅、菅井1987）。この事業は、それ以前から取り組んでいた英国、米国、ドイツ、そしてユネスコなどに続くものであったが、はやくも半世紀が経過している。

いま、協力事業や協力活動が行われた現地の関係機関や学校を歩くと、そのほとんどで活動当時の成果や持続の状況を見ることは滅多にない。良くいえば協力活動が現地に馴染み溶け込んだのだと思いたいが、協力活動で供与された実験機材のいくつかの残骸がほこりをかぶっているのを見るのは忍びない思いがする。

協力事業と協力活動の成果が、期待していたほどには持続発展してこなかったとすれば、その原因は教育協力を構想する教育政策と協力活動の現場での実践技術の側面にある。教育政策は、その主義主張の多くは5年か10年で変化する。それに対して教育現場の実践技術の側面は、半世紀前に教育協力を開始した頃から比べると、インターネットで代表される情報化の影響があるものの、基本的には大きくは変わらないが、社会変化と情報化に柔軟な対応をしていく

ことが望まれる。

1. 目まぐるしい情報化と現地ワークショップ

社会変化と情報化の進展は科学教育の題材について見れば、たとえば白熱電球が生産停止になりLED電球が普及し、あるいは太陽電池が盛んに使われ新しい材料が普及していることに見られる。しかし基礎レベルの科学教育では、学習者にわくわくドキドキする実験観察と作業活動を用意するという行き方には変化はない。

協力活動の多くは、裨益者である現地の先生たちに直接のインパクトと効果を発揮するワークショップに象徴される。その計画と実施を詳しく検討すると、現地で長く取り組まない限りは見えてこない課題がある。

協力活動の成果を持続発展するには、中央機関や教育政策のトップと現地ワークショップを原点として、十分な意志疎通を推進しなければならない。ところが現実には多くの国では、いまだにトップダウン体制が教育現場の実情を反映するには障害になっている。ワークショップで教育現場は何が必要なのか、その訴求効果を生かしたいものである。

現実には、現地の協力現場の課題を発見して、それを適切な協力活動の展開に生かすまでに到らず成果の持続発展にはなっ

いない。このことは、少なからぬ海外経験をしてきている筆者も自省せざるを得ない。それだけに今後は、協力事業活動の枠組みを構想する教育政策面にも現場事情を十分に反映させたい。本稿は、この観点から現地で展開される基礎レベルの科学教育の協力活動の実践技術面における問題を現地ワークショップの計画と実施のあり方中心に、望ましいあり方を検討しようとするものである。

2. 情報化時代の教師たちの状況

途上国の多くで、そして中進国とされるタイでも Wi-fi 環境が行き渡り、ケータイ電話とデジカメの普及に代表されるように日本で想像する以上に情報化は進展している。Wi-fi 環境の広がりには日本よりも早く広くゆきわたって国際的な教育の動向は、いち早く多くの教育関係者に知られている。

新聞や雑誌の刊行と講読を待つまでもなく、世界の動向は瞬時に行き渡る。その情報の大波は基礎レベルの科学教育の題材にも波及して、社会変化を受けて新しい多彩な題材が子どもたちの目にも届いている。そのため、ややもすれば教科書の題材は陳腐なものに写る。

そして世界の教育動向と、手にする教科書内容、日々授業をする教育環境の間には格段の違いがある。そのことが現地の先生たちに無意識のストレスを与え続け、自分の手腕でそれらの違いを埋めることはできない。かくして多くの先生たちがフラストレーションを蓄積させている。

では教育協力活動として何ができるのか。個人のボランティアとしてできることの一つは、扱う題材を絞り込むことである。それを国際レベルで通用する実験観察活動として紹介する。一人ひとりの先生が、一つの核になる題材を持っていれば、そのノウハウを自分の力量の向上に、同僚との情報

交換に、そして学校組織の活力を使って別の題材に応用していくことが期待できる。

基礎レベルの科学教育で扱う題材で、物理分野でいえば「エネルギー」と「電気」は不可欠である。今後の社会変化を予測しても、私たちの日々の暮らしと生活を持続し、発展させるうえでも落とせない。そのため、これらは筆者が長く手がけてきている題材の一つである。それゆえ、これに関連する題材を点検し、情報化に左右されない実験観察活動を構想して、現地ワークショップの実施を試みてきている。

今後は、この題材に限らず次世代に向けた実験観察作業のノウハウを協力活動の基本的な指針とするため、具体的な実験機材の事例を精選し広く紹介し検討しなければならない。本稿が、その手がかりの一つになればさいわいである。ここでは、タイのアユタヤ地域総合大学 ARU（以下、ARU と記す）での試み、およびタイ教育省・科学技術教育振興研究所 IPST（以下、IPST と記す）の新しい動向をあわせて報告する。

II. 教育協力活動と現地ワークショップ、そして課題の発見へ

筆者は 2003 年の定年退官後に限っただけでも、スリ・ランカ国立教育研究所 NIE に 3 年間（2003-06）、つづいて IPST に 2 年間（2007-09）の赴任をした。前者は国際協力機構 JICA の専門家、後者は同機構のシニア海外ボランティアによるものである。

2012 年の暮れから現時点までの約 5 年間は、タイの ARU の科学技術学部研究室を持ち、一年の約半分は個人ベースでボランティア活動の滞在してきている。これには退職まで在職した京都教育大学と ARU との長年の交流関係を維持してきたことが背景になっている。そして、ここまで 10 回の延べ 450 日を越える滞在をしてきた。

もっとも、アジア初体験は 1977 年クアラ

ルンプールで開催された UNESCO の教育工学国際ワークショップだった。その帰路、請われてバンコクの UNESCO アジア太平洋地域事務所 ROEAP に立ち寄って、同ワークショップの報告書作成に携わった。それが初めてのタイ滞在だった。それから 40 年が経過する。

ARU でピンポイントの個人ボランティア活動が続けていて気づいているのは、科学教育の成果が持続発展してこなかったと思われるいくつかの原因についてである。教育協力は関係者の「善意」という誰も反論できない思いを共有して前進する。誰もみずから教育経験を持っている。だから、善意を持って努力すれば、それで成果はあがる、成果は持続すると思込まれてきたふしがある。

実際は教育現場から見ると、善意の発揮だけでは成果は持続しない。かえって教育現場に混乱と先生たちに新しい苦勞を生じかねない。本稿は主として基礎レベルの科学教育を対象にしているが、この課題に対応するには教育政策と協力事業の立案者に対して、自信を持って強い発言ができるように、現地の裨益者である先生たちに直接働きかけるワークショップのあり方を改めて点検する必要がある。

1. 国際協力と日本型教育の海外展開の What と How

日本では近年になって、大学に国際関係学部が急増するにともなって、国際協力の一般的な議論は盛んになっている。直近では平成 29 年度に文科省、外務省、JICA などが中心になり、日本型教育の海外展開を打ち出している。「日本型教育の海外展開官民協働プラットフォーム」(Edu-Port ニッポン) と称し、諸外国・国際機関等との連携によるグローバルな人材育成等の取り組みを財源確保をして推進している。すでに数社のコンサルタント企業は、国別分科会

資料の制作を終えてネット上にも公開している(例、国別分科会資料タイ王国、株・三菱総合研究所、2016 年 10 月など)。

これは 40 年前には想像もできなかったことであり、今後の日本のプレゼンスを広め高めるには、さらに多くの人の参画と若い人材を育てることは不可欠なことである。しかし国際協力論に関連する著作論文の論述の多くは、解説が基調となっていて、協力活動の内容は漠然としている。何を如何に取り組むか。その多くは、“what” と “how” が明確ではない。

若い人たちが言語能力のほかに何を身につければよいかについては、ほとんど記述されていない。だから先に触れたように誰でも善意さえ発揮すれば国際協力ができると思込まれがちである。個人ベースの限定的な取り組みは別としても、「論」だから評論家を育てればよいというわけにはいかない。実践家を育てなくては、これからの世界で確実な活躍をすることは覚束ない。

総論は盛んであり、さまざまな現地調査活動のデータはあっても各論がない。このあたりに科学教育協力の成果が持続し発展することに目に見えない齟齬を生じてきた遠因があるように思う。

その反面、日本は 2000 年以降のノーベル賞の科学分野の受賞者数が米国に次いで第 2 位であることを引き合いに出すまでもなく、わが国の科学技術が工業化社会への転換と経済成長を実現してきたのである。諸外国の政府機関や教育関係者が日本の学校教育、なかでも科学教育に強い関心を持っているのは言うまでもない。

2. 教育協力で何をするのか？

現地側が日本の協力活動として希望している人材は、教育評論家ではない。トヨタやパナソニックなど日本ブランドの車や電化製品を生産し世界を席巻している日本のことである。だから教育分野の期待は、す

ぐに地元根付いて先生向けワークショップを計画し実施することに指導的な役割を発揮する人材である。給食にたとえれば、食器のデザインにアレコレと議論している余裕はない。子どもたちが喜んでたべる栄養豊かな食材を準備し調理する。それを手に取って教えてくれる専門家がほしいのである。

このような現地側の要望に対して、日本だけに限らずコンサルタント会社や関係機関が専門家と称して派遣するのは、ほとんどまともに対応できる人材ではなかった。したがって今後、この方面の人材の育成が進むかどうか。この点への十分な対策を講じられることが緊喫の課題である。

これに関連する一つの証左がある。科学教育の関連学会の一つに1977年設立の日本科学教育学会がある。会員数1400名を擁していて、今年で41回の年大会が開催される。この学会には十年以上前から国際貢献賞が設けられていて、平成17年度に武村重和(広島大名誉教授)、22年度に筆者、28年度に隅田学(愛媛大教授)の三名が受賞している。多くの関係者の努力に関わらず、このように国際レベルで科学教育協力に取り組む人材は、ごく限られているのが実情である。以下では国際協力を教育分野に限定するが、この分野こそ実践力のある専門家が必要とされている。

具体的な協力活動の現実場面では「善意」が必ずしも善意ではなく、逆に「悪意」になりかねない事態が見られる。筆者も善意に基づいた基礎レベルの科学教育分野の協力を長く取り組んできたが、いま改めて気付かされ遅きに失した感があり、いまさらながら、この点を痛感している。

善意が善意でなくなる実情は、筆者が専門分野の一つとしてきた基礎レベルの科学教育、なかでも善意で供与する実験機材にまつわる事態に見られる。これは協力活動のマクロな枠組みから見れば、教育現場の

マイクロ・レベルの事態であり、これまで看過されてきた。

科学教育協力の分野では、以前から言い続けられている実験観察至上主義の思潮がある。この思潮こそ単純な善意の発揮が、教育現場でも善意を発揮するとは限らない事態を生み出している。

3. 善意が善意ではなくなる事態－原因の一つは、実験観察の思い込み

政府中央機関や教育省のトップの関係者たちも、例外なく活発な実験観察の導入を期待する。彼らの多くが欧米の大学で学位を取得して、基礎レベルの科学教育イコール実験観察作業だと学んできている背景がある。また、日本が戦後に果たした工業化社会への転換と経済成長の実現には、自国の子どもたちには欠如しているだけに、ぜひとも実験観察作業が必要だと考えている。

しかし実験観察には、各層での思い込みの違いがある。トップの人たちは、その学校時代は例外なく良くできる生徒であり学生だったに違いない。加えて、実験観察作業に手を汚し苦勞する経験は少なかったはずである。教師の授業や講義内容は実験観察をしなくてもたやすく理解し記憶することができて、テストでは良い成績を残してきたのである。したがって、実験観察にまつわる種々雑多な背景事情は理解できない。それにも関わらず現場の先生たちに実験観察を推奨するのだから、ここに齟齬が生じる。

たとえ簡単な実験観察でも、現実には多大の時間、労力、機材、そして財源が欠かせない。これらの要因には、実験観察を実施する以前に言葉や記述だけでは尽くせない複雑なステップがある。たとえば多種多様な材料と消耗品の調達、実験機材の加工作業、試作した材料のセット・アップでの失敗の経験で得るノウハウ、予備実験観察の繰り返し、実験観察結果の検討など、授

業段階以前に多大の労力を費やすことになる。それがほとんど配慮されないで、むやみ実験観察が必要だと言われてきている。ここに善意が善意でなくなる事態が生じる根本的な原因の一つがある。

そのうえ上層部の関係者の要望が、かならずしも教育現場の先生たちと一致していない。それどころか、かなりの断絶がある。子どもを目の前にして日々の授業に苦勞している先生たちは外部からの協力、プロジェクトが推奨する実験観察は面倒であり、新しい苦勞をもたらす。だから必ずしも歓迎されない。

先生たちの最大の関心は、まず教科書の題材を消化すること。そして国が実施する共通テスト、タイの場合で言えば ONET (Ordinary National Education Test) の成績を上げることである。先生たちだけではない。父母たちも、校長も、そして子どもたち自身も、テスト結果に最大の関心がある。

先生たちは日頃の授業を円滑で進めることに苦勞する日々である。上層部から実験観察を勧められ、外国機関によるプロジェクトに参加しても新しい課題に取り組む余裕はない。上層部の無理解に加えて、子どもたちを相手にする先生たちの興味関心も低い。ここにも善意だけで通用しない障壁がある。教育協力に取り組もうとするなら、このような教育現場の状況を理解しておかねばならない。

Ⅲ. 社会背景の変化

教育協力の対象を基礎レベルの科学教育分野に限定しても、21世紀に入って社会背景が大きく、しかも急速な変化をしてきていることは協力活動の成果の持続発展に影響している。それは教育協力の相手国の事態のみならず、日本の基礎レベルの科学教育にも及んでいる。今後、この分野の協力

活動を構想し実施し、その成果を持続発展させていくには、ぜひとも検討しておきたい。

1. リープ・フロッグ現象—ノコギリとキリ

21世紀に入って、すでにその約五分の一が経過する現在、タイでの協力活動に限らず基礎レベルの科学教育の考え方と実践は危機的な状況に陥っている。その原因の一つは、以前から指摘されてきたリープ・フロッグ（馬跳び）現象である。

この現象は、情報化の進展で先進的な技術が急速に広まっていることに伴う事態である。典型的なのはデジカメの普及が長い時間をかけて発展してきた伝統的な写真技法を一部の専門家を除いて、一般にはすっかり価値のないものにしてしまった。ケイタイやスマホの急速な普及は、電話線を施設して固定電話を基盤設備するための多大の時間、経費、労力、そこで発揮されてきた技術を一気に超越してしまった。

また、一方で太陽電池パネルの一般家庭での利用は、日本では想像できないことだが途上国の山間僻地の家庭で広く使われている。発電所から長距離の送電線を経て変電所を施設するというインフラ基盤への重要性さえも不明確にしている。

本稿で検討する現地の先生向けのワークショップの計画と実施で言えば、一つはノコギリである。実験材料を試作するとき、手近にある板切れを使うことがある。そうして部品を固定し、簡単な実験装置を作る。それを使って予備実験を繰り返す。そして、やがては子どもたちの実験観察に使う。したがって、ノコギリは最もポピュラーな工作道具の一つである。

しかし、これまで滞在した途上国の多くでは、切れ味の良いノコギリを目にすることはなかった。日本のノコギリは引いて切る。途上国は押して切る。その違いだけで

はなく、無骨な形と分厚い刃をしている。日本で日曜大工のように、微妙な大きさと形を楽に切るのは難しい。

このことは、手で使うキリも同じである。キリは板切れに木ネジをねじ込むため小さな穴をあけるのに重宝するものだが、それが現地には見当たらない。この状況は、これまで長く実験機材を自作する習慣と経験を育ててこなかった背景の一つである。

2. 大学と研究機関が備えている高性能レーザー・カッター

それに対して、リープ・フロッグ現象を象徴するのは大学と研究機関のレーザー・カッターである。これが現地で実験機材の制作活動をポピュラーにするうえで障害になっている。

実験観察の試作機材をもとにグループ実験のために、数セットの機材を制作するとき、ノコギリでは時間がかかる。そこで電動丸鋸（サーキュラ・ソー）を使うのは、教材開発の常識である。ところが、素人でも使える丸鋸が無い。そこどころか、たとえばタイの IPST でも、ARU でも工作室にあるのは安全上の管理がされ、取り扱い技術を習得した人しか使えない高額で高性能のレーザー・カッターが設置されている。

これでは誰でも思い立った必要なとき、ちょっと少量の材料をカットするというわけにはいかない。まさに、実験機材開発にかかわる機材にリープ・フロッグ現象が進んでいる。

もっとも、ことは単純なリープ・フロッグ現象だけではない。この先でシンギュラリティ（技術的特異点）と、それに関連づけられる 2045 年問題を指摘する声が高まっている。次世代の基礎レベルの科学教育を考えると、この同時進行している未来型の課題にどのように向き合っていくか。今後、科学教育分野の協力事業や協力活動を考えるうえで容易ならざる課題が待ち受け

ている。

このような社会背景の変化から生じている状況は、これ以上ふれるのは本題から逸れるので、本稿ではこの点の指摘だけにとどめておきたい。

3. 実験観察でペーパ・テスト結果は下がる？

このような、これまでにない新しい事態を迎えている状況で実験観察が重要だとされる。しかし、むやみに実験観察を授業に取り入れると、ペーパ・テストの結果は低下する。これは実験観察に熟達した先生たちには、広く知られることである。

その理由は、板書による講義にくらべて実験観察には多大の時間と労力を費やすこと。そのうえ、実験観察の結果や法則性の発見は必ずしも明確ではない。曖昧で、漠然としていることが珍しくない。そして皮肉なことに、しばしばこのことが板書や講義では得られない実験観察の値打ちでもある。

明確な結果が短い時間では得られないことは、実験観察に参加する児童生徒たちにもわかる。実験観察であいまいな結果しか得られないために、彼らのうち勇気のある者は「先生、結局は何を覚えておけばよいのですか？」と質問する。やむなく先生は「ぜひとも結論として覚えておくのは、○○○だよ」と話すことになる。これなら最初から板書と説明で授業をすれば済むうえ、時間を無駄にしない。まさに、ペーパ・テストの結果を上げるには、実験観察しなくとも結果を記憶すればよい。ここに実験観察を取り入れるジレンマがある。

教室や実験室にスマホを持ち込んでいる子どもたちは、実験観察の手順や作業に手こずっている先生の姿を横目に、実験結果をスマホでチェックしていることが少なくない。

2015 年 11 月から翌年 3 月まで、筆者は

バンコクから南に約 150 km のラヨン県の広大なゴムのプランテーションを切り開いて創設されたばかりの KVIS サイエンス・アカデミーに滞在する機会があった。そこで高校 1 年生に相当する 72 名の男女生徒を 4 グループ分けて「サイエンス・クラブ」活動として 10 テーマ×4 グループの 40 回の授業を行った。

彼らは、タイ全国の 5 千名を超える受験者から合格してトップ・エリートとして入学している。ハンズ・オン活動を主体に進めた授業なので、彼らには手を動かす実験観察作業は、面倒で厄介なものであり、こっそりスマホを操作して実験結果をチェックする生徒が少なくなかった（大隅，2016a）。

トップ・レベルのペーパー・テスト結果で進学してきている彼らに、実験観察活動の良さを理解させることは、もはや手遅れであることを思い知らされたのだった。

IV. 現地ワークショップの計画と実施

このように社会変化は教育現場に、これまでにはない状況を生み出している。したがって科学教育協力は、それに対応する発想とアプローチが要求される。大規模な協力事業プロジェクトとして取り組むか、あるいは個人のボランティア活動として取り組むか、当然ながら協力活動の規模によって、発想とアプローチも変わるだろう。しかし、その協力活動のインプットは現地の先生たちに新しい経験、新しい学びとなるべきものである。

つまり教育協力の最も確実な現場は、現地の先生たちを対象にするワークショップである。だから、これまでの協力活動の成果が持続発展してこなかったとすれば、原因の一つは適切なワークショップではなかったことにある。したがって、筆者自身の反省をふくめて、今後も基礎レベルの科学教育の協力活動をするには、その計画と

実施の力量が要求される。

これから、この分野で活躍しようとする人材には大学学部を卒業して、何年かの教育現場経験が無くてはならない。子どもたちに授業を行い実験観察作業活動に取り組む過程を通じて、教育実践の原点となる「教える喜び、学ぶ楽しさ」を身をもって知っていることも落とせない。都道府県や市町村の教育センターなどで国内の現職教師の指導活動の経験を持っていることも望ましい。

1. 何事も基礎訓練から始まる

ここまでの教育協力の人材は、JICA で言えば派遣前研修があり危険回避、健康維持、管理能力などが強調される。肝心の何を如何に取り組むかについては、ほとんど無手勝流だったのではないだろうか。経験や資質のチェックはあっても、現地ワークショップを実施する十二分な基礎も本格的な流儀の体得もなく、現地では当てずっぽうの取り組みになりがちと言え言い過ぎになるだろうか。なにごとに基礎・基本の訓練（標準課程）と応用課程がある。

そのうえに立って、さらなる個性的な取り組みが望まれる。まして海外で日本人として活動するには、衆人環視のなかで発揮できる力量を持っていることが前提になる。大学の国際関係学科の隆盛は結構なことで、十分な資質と技量を持った人材の育成に役立ってほしいものである。

その思いの反面で教育協力は、議論だけは盛んに見える。それはたとえてみれば、繰り返しになるが、お腹を空かせている子どもたちの前で、お弁当の入れ物の議論をしていることに相当する。肝心なのは、お弁当の中身を用意することではないか。基礎レベルの科学教育の実践は、より良いお弁当の中身を用意することを目指したい。

2. 現地ワークショップの特色

教育専門家として現地に入ると、例外なく周囲からは多大の期待をもって迎えられ、日本人が滞在すれば、たちどころに日頃の苦勞や問題を解決してくれるに違いないと思われるのである。日本ブランドの車や電化製品のようにたちまち教室にミラクルが起こるはずだと期待される。

それが、たんに現地調査の聞き取りやデータ集めだけに終始すれば、現地の先生たちの期待を裏切ることになる。それを知らないふりをして、まともに認識しないでいると、彼らにとってははなはだ迷惑なことである。

現地ワークショップの特色は何か。それを表1に整理した。このうち「8. カリキュラムと教科書フリー」は、多少の説明が必要である。

たいていの場合、相手の関係機関のトップからは現行のカリキュラムに準拠した教科書にも示されている実験観察を扱うように要請される。それは、その通りであるが、あまり詳しく関わろうとすると、やたらに時間と労力を費やすことになる。

教科書の表記や使用言語の問題だけではなく、内容や配列の問題を発見することがあって、それを批判する事態になりかねない。そうなると不要な摩擦を生じかねない。

表 1. ワークショップの特色

特 色	注 釈
1. 実施はアドホック	多くの場合は不定期
2. 対象は幅広い年齢層	制限を設けても年齢層の違いがある
3. 経験、興味・関心の違い	テーマを設けても参加者に多様性がある
4. 実施期間は短い日程	多くは半日、1日、せいぜい2日の実施
5. 困難な作業活動の導入	参加者の経験・技能にバラツキがある
6. 事前準備は無い	参加者の事前準備を前提にしない
7. 簡単なプログラム情報	参加者に事前に内容の詳細は伝えにくい
8. カリキュラムと教科書フリー	その代わり基礎・基本となる題材を準備
9. できる限り現地入手材料の活用	そのための中期的な滞在が必要になる

表 2. 現地ワークショップの目標、準備、配慮すべき点

目標、準備、配慮	注 釈
A. 目標と準備	(1) 快適な授業の具体的な工夫と教材の提供
	(2) 現地材料の活用、事前に十分な試作実験
	(3) 現地材料で国際的に通用する概念を扱う
	(4) 参加者全員に実験観察経験と材料の提供
	(5) 参加者の教育実践・研究活動の持続の期待
B. 特に海外ワークショップの実施で配慮すべき点	(1) 国、中央機関の政策支援の側面への配慮
	(2) 言語、文化・習慣の違い、会場施設の違い
	(3) 入手可能な材料、機材、会場の点検
	(4) 計画、準備に数週間～数か月が必要
	(5) メディアは英語、必要に応じて通訳を用意
	(6) 現地側に経験者がいない／外国人依存傾向

したがってカリキュラムと教科書内容は尊重するものの、それから離れてカリキュラムと教科書フリーの観点から「本来、基礎レベルの科学実験として扱うべき題材は何か」という点に立って題材を設定する。この点をワークショップの主催者や関係機関に、そして参加者の先生たちにも理解してもらうようにしたい。

現地ワークショップの目標、準備、配慮すべき点は表2として整理している通りである。そのうちキーになるのは「A. 目標と準備」のうち「現地材料で国際的に通用する概念を扱う」としていることである。

なぜなら、たとえ現地で入手できる材料を使うにしても、先生と子どもたちが実験観察活動で扱う概念と観察事象は国際レベルで通用するものでなくてはならない。途上国だからと見下すようなことがあってはならない。むしろ、途上国でしか扱えない材料を使いながら、広く通用する概念と事象を扱うことを目標としたい。

実際、筆者の場合は、これまでの ARU でワークショップの事例を日本の若手の研究者たちに参考にしてほしいと願って、日本科学教育学会の研究会などで口頭発表してきている（大隅，2016a，2016b，2017）。

3. 現地ワークショップで何をやるか？—

その題材とテーマの選定

では、現地で何を、いかに計画し実施す

るか？ 筆者は化学、生物、地学、環境などの分野は苦手としてきた。もっぱら物理分野、それも基礎レベルの題材を扱ってきた。化学は薬品を扱う。化学実験の薬品類は、途上国では多くの先生たちが取り扱いに慣れていないため危険も伴う。長期の安全な保管と運用にも難しさがある。生物、地学、環境分野は現地に長く滞在して状況を観察し、資料を収集するのに時間がかかる。

物理分野は現地の先生たちにとって苦手とする傾向が強い。みずから実験観察活動を十分に経験していないこと。機材が不十分なことなどが主な原因である。

このような経験と経過を踏まえて、望ましい題材、実験テーマの特色は表3のように整理できる。

冒頭に書いた科学教育の協力活動の成果が持続発展するために留意したい点は表3に示した通りである。基礎レベルの科学教育をトータルな視点で見るとというのは、これらの特色を指している。

表3を見ると実験機材とテーマ選びは、かなり困難なことに見えるかも知れない。しかし実験観察に馴染みのない人からすれば意外かも知れないが、この分野の専門家たち、あるいは専門家を目指して日頃から実験題材の開発に取り組んでいれば、たちまち題材を見つけることができる。

冒頭に書いた科学教育の協力活動の成果が持続発展するためには、表3に示した7

表3. 基礎レベルの科学教育協りに望ましい題材と実験テーマの特色

特色	注 釈
1. 発展性	単発ではなく、広く、深いテーマであること
2. 歴史的性	過去から現在、そして未来へのつながりがあること
3. 現代性	今日の生活と暮らしに関連すること
4. 実験機材制作の参加	機材制作段階で作業活動の参加性があること
5. 実験観察の参加性	実験観察活動で作業などの参加性が高いこと
6. 材料・機材の調達	低価格、入手のしやすさ
7. 参考文献・資料	現地ワークショップで紹介する基本情報があること

つの特色を十二分に配慮しなければならない。

たんに現地に不足している実験機材を「善意」に基づいて供与すればよいのではない。現地で意義のあるワークショップを計画し実施することが協力活動の決め手になる。

先に筆者の得意な物理分野の題材の「エネルギー」と「電気」は不可欠であると書いた。タイの ARU を拠点にしているワークショップで計画し実施している系統的な題材については、すでに発表している（大隅、2017）。

V. 現地ワークショップの題材事例から

これからの現地ワークショップの考え方の概略は、ここまで述べてきたとおりである。

その全体の構成と具体的な題材事例を示すことが求められるが、紙数の制約と既に別書に書いているので、ここでは本稿の論旨に添った二つの題材を簡単に紹介するにとどめたい。

1. 現地で入手した 12 V の LED 電球の実験

写真 1 は、アユタヤで入手している 12 V の LED 電球である。これまでの家庭用の白熱電球のレセプタクルにねじ込む E 26 サイ

写真 1. 現地のアユタヤで購入した 12 V LED 電球の分解と点灯実験 [12 V LED 電球]



市販されているパッケージから LED 電球と取り出す。口金部分、LED 発光部分、保護カバーに分解する

LED 発光部分のリード線にハンドダイナモ、バイク・バッテリーを接続すると発光する

表 4. 事例 1－現地で購入した 12 V LED 電球の分解と点灯実験の特色

特色	
1. 発展性	手回し発電機（ハンドダイナモ）やバイク・バッテリーによる点灯，エネルギー概念への発展
2. 歴史性	白熱電球から LED 電球の普及への変化
3. 現代性	日常の暮らしで LED 表示や LED 電球を使っている
4. 実験観察作業の適正	分解して，LED 素子を観察し，点灯実験をする
5. 材料・機材の調達	タイのアユタヤで 100 パーツ（約 300 円）で入手できる
6. 参考文献	（例）Davie Bodanis “Electric Universe” Abacus 2006(*1)

注（*1）. 吉田三知訳「エレクトリックな科学革命」早川書房 2007，改題本として同・訳「電気革命」新潮文庫 2016 がある

ズの口金なので、馴染みがあり使い勝手もよく好都合である。価格は 100 パーツ（約 300 円）である。帰国して調べてみているが、いまのところ日本では入手がむずかしい。

2. 手振り発電の実験

もう一つの事例は、写真 2 に示す手振り発電の実験器具である。

小さい丸い棒磁石も現地のダイソー店で購入できる材料を使っている。基礎レベルの物理実験に欠かせない良質の磁石の入手は、ダイソー店の進出で好都合になってきている。

手振り発電は、みずからの手を上下に振り、それによって LED が点灯する。最も原始的な発電である。自分のエネルギーでわずかでも発電できることを確かめる。これこそ、わくわくドキドキする体験ではないだろうか。マグネット・ピンとして使う丸

形フェライト磁石は、現地で入手できる。これを 5, 6 個使って棒状にしたもので試験的な実験を続けている。

VI. おわりに—従来型と参加型ワークショップの違い

基礎レベルの科学教育協力の成果が持続発展してこなかったとすれば、もっぱら従来型ワークショップが計画され実施されてきたことに一つの原因がある。

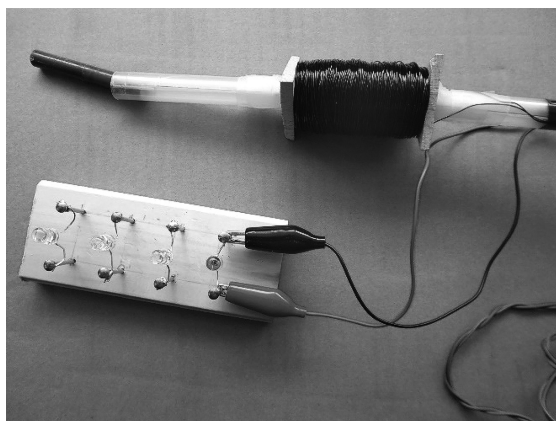
筆者自身、もしもアユタヤの ARU の 5 年間の現地活動を経験してこなかったと仮定すると、おそらく従来型で実施して参加者たちを喜ばせることができて、それで満足していたことだろう。しかし、いまや従来型の発想は、その場しのぎに過ぎないと考えている。

表 5. 事例 2—手振り発電で LED の点灯を確かめる実験〔手振り発電〕

特色	
1. 発展性	発電の最も基本原理を知る—電気の原点の現象
2. 歴史性	ガルバーニ、エルステッド、ファラデーの実験との関連
3. 現代性	日常の電気エネルギーに対するアプリケーション
4. 実験観察作業の適正	1200 回巻きのコイル制作作業を経験する。はたして LED が点灯するか、どうか？ みずから鮮やかに確かめる
5. 材料・機材の調達	小さい丸棒磁石、エナメル線の入手に多少の困難がある

注 参考文献は、表 4 に共通

写真 2. 手振り発電で LED の点灯を確かめる実験〔手振り発電〕



直径 0.4 mm のエナメル線を約 1200 回巻いたコイルのなかに透明パイプを挿入しパイプに写真左上の丸棒磁石を入れる

コイルの両端のリード線を LED に接続。パイプを手にして、磁石が飛び出さないように指で押さえて上下に振ると板切れに固定した LED が点灯する

板切れには外見は同じの赤、オレンジ、青、白の 4 個の LED を固定。手振り発電して、点灯させるまでは、色は不明にしている

参加者が学校に持ち帰って、子どもたちと実験観察を繰り返しているうちに、何かの原因でLED パネル部分が点灯しなくなる。あるいは手振り発電では、板切れに固定したLED に接続したリード線部分が切れる、などのトラブルが生じる。

もし、そのようなトラブルが生じたとき、従来型ワークショップのやり方では、多くの参加者たちは、そのまま放置してしまうおそれがある。そして、それ以降の実験観察をあきらめてしまう可能性がある。これでは、ワークショップの成果は、ここで終わってしまう。

あらかじめワークショップが円滑に進むように、材料はある程度の段階までプレ・カットして用意しておく。しかし、制作活動の肝心の部分は参加者がみずからの手作業で取り組む。この違いが成果を持続し発展させるに違いないと考えている。

マクロ的な立場の教育政策と協力事業担当機関の上層部の人たちの理解、認識とともに現場で協力活動に取り組む立場から、今後の望ましい科学教育協力のあり方の検討を続けていく必要がある。

〔参考文献〕

単行本：

水越敏行，大隅紀和，菅井勝男編著（1987）「アジアで学んだこと・教えたこと」派遣専門家の見た教育事情 現代授業論双書 64 明治図書

雑誌論文：

大隅紀和（2009）「基礎教育と理数科協力の小規模・多目的プロジェクトの事例報告」－タイ国IPSTにおけるJICAボランティアによるモデル学習題材と教具開発、および辺境地校への提供（2007～2009年）－『国際教育研究論集』12巻2号，55-67頁

大隅紀和（2010）「初等教育協力と黒板供給活動」－スリ・ランカ（2003－06年）とタイ（2007年意向～）の事例から－『国際教育研究論集』

13巻1号，27-39頁

大隅紀和（2012）「カンボジアにおける小規模の教育協力活動（2011－12年）の事例」－現地におけるスチール黒板の組み立て、および教員研修会の実施－『国際教育研究論集』15巻1号，63-73頁

大隅紀和，佐々木真理（2013）「小規模・ピンポイント・個人ベース（SPP協力）による基礎レベル科学教育協力」－タイ国教育省・科学技術教育振興研究所IPSTとアユタヤ地域総合大学ARUの共同プロジェクトの事例－『国際教育研究論集』16巻1号，89-107頁

大隅紀和，佐々木真理（2014）「タイ国アユタヤ地域総合大学ARUにおける基礎レベル科学教育の協力活動－第2報」『京都教育大学環境教育研究年報』22号，79-102頁

大隅紀和，佐々木真理，ARUプロジェクトグループ（2015）「タイ国のSTEM教育とアユタヤ地域総合大学ARUにおける科学教育協力活動－第3報」『京都教育大学環境教育研究年報』23号，105-125頁

大隅紀和，佐々木真理（2016）「タイ国のSTEM教育とIPST・ARU共同プロジェクト署名式（2015.2.20）の前後－第4報」『京都教育大学環境教育研究年報』24号，33-39頁

学会発表等：

大隅紀和（2016a）「タイのトップ・エリート校KVIS Science Academy紹介と科学クラブ授業実践報告」日本科学教育学会研究会研究報告 Vol. 30, No. 8, pp. 21-26, 広島大学，6月4日

大隅紀和（2016b）「STEM教育の動向と検討」－タイ国状況とアユタヤ地域総合大学ARUにおける現地協力活動から－日本科学教育学会研究会研究報告，Vol. 30, No. 9, pp. 25-30, 静岡大学，6月25日

大隅紀和（2017）「海外－特にタイにおける科学実験ワークショップ実践研究（1）」平成28年度第6回日本科学教育学会研究会（北関東支部開催），日本科学教育学会研究会研究報告，Vol. 31, No. 6, pp. 7-14, 埼玉大学，2017年4月15日